

(11)Publication number : 2003-026020  
(43)Date of publication of application : 29.01.2003

B62D 6/00  
B62D 5/04  
H02P 6/12  
// B62D101:00  
B62D119:00  
B62D137:00

(72)Inventor : FUJIMOTO CHIAKI

Fig. 1 is a block diagram of a computer system. It includes a central processing unit (3) connected to a display (18) and a keyboard (19). The system also features a main memory (31) and a secondary memory (32) connected via a bus (33). A control unit (34) manages the system, and a power supply (35) provides power. A printer (36) is also connected to the system.

44. 二重項: 23       $q=17: 08$       (第六層)  $n=11: H$

## 2006/04/25

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-26020

(P2003-26020A)

(43) 公開日 平成15年1月29日 (2003.1.29)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
B 6 2 D 6/00		B 6 2 D 6/00	3 D 0 3 2
	5/04	5/04	3 D 0 3 3
H 0 2 P 6/12		101: 00	5 H 5 6 0
// B 6 2 D 101: 00		119: 00	
	119: 00	137: 00	

審査請求 有 請求項の数18 O L (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-210279(P2001-210279)

(22) 出願日 平成13年7月11日 (2001.7.11)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 藤本 千明

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100073759

弁理士 大岩 増雄 (外3名)

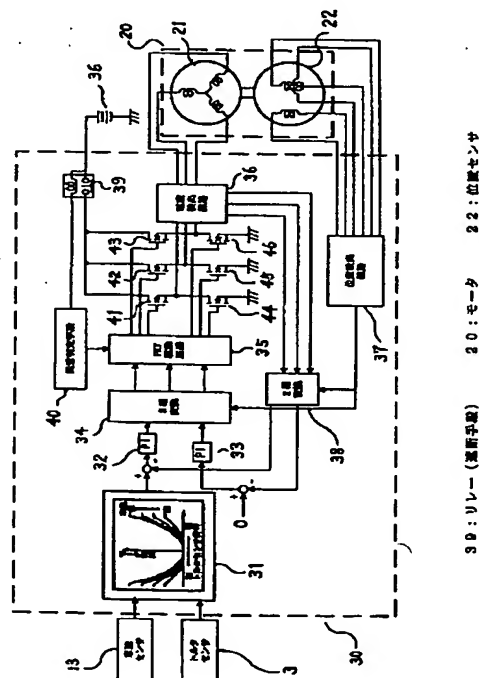
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置およびこれに用いられる異常検出時の制御方法

(57) 【要約】

【課題】 操舵軸に補助力を付与するモータを装着し、そのトルクを制御する電動パワーステアリング装置では、異常を検出したとき、安全のため電動機の制御を直ちに中止するためハンドル操作が急に重くなり、かえって危険であった。

【解決手段】 異常の内容が、電動機20の位置(角度検出)センサ22の異常、電動機20の1相の電流異常などの場合に、異常状態を検出しても直ちに電動機20の制御を中止せず、位置センサ22の角度検出が有効な電動機の角度、あるいは有効な巻き線の電流の制御を継続して行うことにより、電動機のある角度範囲内でのトルク出力を確保することにより、補助力を確保する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 操舵軸に連結された電動機のトルクを制御して、前記操舵軸に加えられた操舵力を補助するトルク制御手順、

前記電動機のトルクをゼロに制御するトルクゼロ制御手順、

前記電動機の回転角度位置を検出する位置検出手順、

前記位置検出手順により出力された位置信号の振幅値

が、前記電動機の回転角度位置に応じて変動しあらかじめ定めた所定値より低くなる場合の有無にもとづき前記位置検出手順の異常を検出する異常検出手順、

前記異常検出手順により前記位置検出手順の異常が検出された後、前記電動機の回転角度位置の変化に応じて前記位置信号の振幅値が所定のレベル以上となる回転角度位置では前記トルク制御手順を実行して前記操舵力を補助するトルクを出力し、前記位置信号の振幅値が所定のレベル以下となる前記電動機の回転角度位置では前記トルクゼロ制御手順を実行して出力トルクをゼロとする異常時制御手順を含むことを特徴とする電動パワーステアリング装置に用いられる異常検出時の制御方法。

【請求項 2】 操舵軸に動力伝達可能に接続され補助力を付与する電動機、

前記電動機の回転角度位置を検出する位置センサ、

前記電動機に流れる電流を制御する駆動回路、

運転者が前記操舵軸を操舵することによりこの操舵軸に加わった操舵力を検出するトルクセンサ、

前記トルクセンサのトルク信号から前記電動機の補助力の駆動方向と大きさを決定し、前記駆動回路にこの補助力を生じる電流指令信号を出力するコントローラ、

前記電動機と、前記位置センサと、前記駆動回路と、前記トルクセンサと、前記コントローラの動作を監視し

て、前記トルクセンサが正常で、他のいずれかに異常が検出されたとき、この異常の内容を解析して前記電動機が出力する前記補助力の方向が前記操舵力の方向と一致しなくなる恐れの有無を判断し、前記恐れなしと判断したとき前記コントローラに前記電流指令信号を出力させ前記電動機から前記補助力を出力させる第 1 の異常判定手段を備えたことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 3】 操舵軸に動力伝達可能に接続され操舵軸に補助力を付与する電動機、

前記電動機の回転角度位置を検出する位置センサ、

前記電動機に流れる電流を制御する駆動回路、

運転者が前記操舵軸を操舵することによりこの操舵軸に発生する操舵力を検出するトルクセンサ、

前記トルクセンサのトルク信号から前記電動機の補助力の駆動方向と大きさを決定し、前記駆動回路にこの補助力を生じる電流指令信号を出力するコントローラ、

前記電動機と、前記位置センサと、前記駆動回路と、前記トルクセンサと、前記コントローラの動作を監視し

て、前記トルクセンサが正常で、前記電動機、前記位置センサ、前記駆動回路、前記コントローラのいずれかに異常が検出されれば、その異常の内容を解析し、その異常が前記電動機の回転角度位置によっては前記異常を示さず、かつ、前記補助力の方向が前記操舵力の方向と一致しなくなる恐れがないと判断すれば、前記コントローラに前記電動機の回転角度位置に応じた電流指令信号を出力させ、前記電動機からその回転角度位置に応じた前記補助力を出力させる第 2 の異常判定手段を備えたことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 4】 前記電動機は 3 相以上の多相交流電動機であり、前記第 1 または第 2 の異常判定手段は、この電動機の多相巻き線の一つまたはこの電動機への給電線の 1 本に生じた断線は、前記電動機が出力する前記補助力の方向が前記操舵力の方向と一致しなくなる恐れがない異常であると判断することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 5】 前記駆動回路は 3 相交流を出力するものであり、前記第 1 または第 2 の異常判定手段は、この 3 相交流出力の 1 つの相の出力電圧低下は、前記電動機が出力する前記補助力の方向が前記操舵力の方向と一致しなくなる恐れがない異常であると判断することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 6】 前記第 1 または第 2 の異常判定手段は、前記位置センサに生じた異常は、前記電動機が出力する前記補助力の方向が前記操舵力の方向に一致しなくなる恐れがない異常であると判断することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 7】 前記コントローラの異常の内容は、前記電動機の 1 相に電流を出力できない内容のものであることを特徴とする請求項 4 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 8】 前記第 1 または第 2 の異常判定手段が検出した異常を、前記電動機が出力する前記補助力の方向に反転が生じる恐れのない異常であると判断して、前記コントローラが電流指令信号の出力を継続した後、所定の条件が満足されたとき前記電動機への給電を遮断する遮断手段を備えたことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 9】 前記第 1 または第 2 の異常判定手段が異常を検出してから後のあらかじめ定めた所定時間の経過を前記所定の条件とすることを特徴とする請求項 8 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 10】 前記第 1 または第 2 の異常判定手段が異常を検出したときの前記操舵力があらかじめ定めた所定値以上であったとき、前記操舵力が前記所定値以下に変化することを前記所定の条件とすることを特徴とする請求項 8 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 11】 前記第 1 または第 2 の異常判定手段が

異常を検出したときの前記操舵力があらかじめ定めた所定値以下であったとき、前記操舵力が前記所定値以上に変化することを前記所定の条件とすることを特徴とする請求項 8 記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 12】 前記第 1 または第 2 の異常判定手段が異常を検出した時点における前記電動機の電流があらかじめ定めた所定値以上であったとき、前記電流が前記所定値以下に変化することを前記所定の条件とすることを特徴とする請求項 8 記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 13】 前記第 1 または第 2 の異常判定手段が異常を検出した時点における前記電動機の電流があらかじめ定めた所定値以下であったとき、前記電流が前記所定値以上に変化することを前記所定の条件とすることを特徴とする請求項 8 記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 14】 車速を検出する車速センサを備え、前記第 1 または第 2 の異常判定手段が異常を検出したときの前記車速があらかじめ定めた第 1 の所定値以上であったとき、前記車速が前記第 1 の所定値以下に変化することを前記所定の条件とすることを特徴とする請求項 8 記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 15】 車速を検出する車速センサを備え、前記第 1 または第 2 の異常判定手段が異常を検出したときの前記車速があらかじめ定めた第 2 の所定値以上にある間は前記電動機のトルクをゼロに制御することを特徴とする請求項 14 記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 16】 エンジン回転速度を検出する回転速度センサを備え、前記エンジン回転速度があらかじめ定めた所定の値を下回ることを前記所定の条件とすることを特徴とする請求項 8 に記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 17】 前記第 1 または第 2 の異常判定手段が前記異常を検出していないとき、イグニッションキースイッチをオフしてから所定の時間後に回路動作を停止するように構成されるとともに、前記第 1 または第 2 の異常判定手段が異常を検出したとき、前記イグニッションキースイッチの状態がオフとなることを前記所定の条件とすることを特徴とする請求項 8 記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項 18】 前記第 1 または第 2 の異常判定手段が異常を検出した後、前記所定の条件が整って前記電動パワーステアリング装置の動作を停止するまでの間、音声、ランプ、ブザー、または、画像表示により運転者に警告する警告手段を備えたことを特徴とする請求項 2 ないし 17 のいずれか一項に記載の電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、操舵軸に電動機を装架して操舵補助力を付与する電動パワーステアリング装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の電動パワーステアリング装置の構成の概略を図 15 に示す。なお以下の説明では本発明を車両に用いた場合を例として説明するため、従来の例も車両に用いたものを例として説明するが、本発明は勿論船舶など他の移動体に使用することもできる。図中、1 は操舵を行うステアリングホイールであり、図示しない運転者からこのステアリングホイール 1 に加えた操舵力は、操舵入力軸（以下ステアリングシャフトともいう）2 と、操舵出力軸（以下ステアリングシャフトともいう）6 を通り、ユニバーサルジョイントとステアリングギヤ 7 を介して、ラックとタイロッド 7 に伝達され図示しない転舵輪を転舵させる。ラックとタイロッド 7 はステアリングシャフト 2、6 に伝達される回転運動を直進運動に変換している。20 はステアリングシャフト 2 または 6 に装着されたブラシレス電動機（以下単に電動機またはモータという）である。ブラシレスモータ 20 から発生する補助力（アシスト力とも言う）は減速ギヤ 4 を介して出力側のステアリングシャフト 6 に伝達され、操舵時にアシスト力を発生し、前記運転者が感じる操舵力を軽減する。

【0003】コントローラ 130 は、イグニッションスイッチ 12 を介してバッテリー 11 から電源供給され、ブラシレスモータ 20 に電流を供給するとともに、このイグニッションスイッチが入力されることにより、コントローラ 130 に電源供給し、電動パワーステアリング装置が作動し始める。

【0004】トルクセンサ 3 は、操舵入力軸 2 と操舵出力軸 6 との間に配置され、例えば、操舵入力軸 2 と操舵出力軸 6 との間の捻れ角を検出することにより、操舵入力軸 2 に加えられている操舵トルク（操舵力とも言う）を検出するものである。トルクセンサ 3 からの信号をコントローラ 130 に入力する。また、車速センサ 13 によりこの電動パワーステアリング装置が装着されている車両の速度を検出し、その信号をコントローラ 130 に入力する。運転者のハンドル操作によって操舵軸上に作用する操舵トルクに応じて電動モータ 20 を回転制御して、電動モータのトルクをステアリングギヤ装置に伝達することによって操舵操作をアシストするとともに、一方では、モータ 20、およびその制御回路の異常の検出時には、電動モータを駆動する回路上にあるリレーを遮断し電力供給を停止する。また、電動モータのトルクをステアリングギヤ装置に伝達する電磁クラッチを切り離す。以上により電動モータおよびその制御回路の異常時に電動モータを回転させるための負荷が操舵操作に影響しないようにしている。

【0005】従来の構成では、走行中であっても、モー

タなどに異常が発生したことを検出した場合、パワーステアリングから突然マニュアルステアリングとなる。パワーステアリングになれた運転者が突然、マニュアルステアリングとなるため、違和感が大きく慣れるまでぎこちない操舵を行う。さらに、力の弱い運転者では、操舵不能に陥る危険性がある。これを解決する従来の例について説明する。図16に示すものは、例えば、特開平4-257770号公報に開示されたものと類似の電動パワーステアリング装置の概略のブロック図である。図において、60はトルク、速度、角度 $\theta$ Hを受けて電動機20に指令するトルク信号を発生するトルク信号発生回路、64はトルク指令信号を電動機の電流値に変換する電流制御回路である。24は電動機21に取り付けられ角度信号を出力するエンコーダ、73はエンコーダの出力の正常・異常をチェックするエンコーダチェック回路、43はエンコーダ24の信号に基づき回転速度または回転角度に対応する信号を出力する回転検出回路、45は回転検出回路43の信号(パルス)をカウントするアップ・ダウンカウンタである。また、51は入力される角度信号 $\theta$ Hを微分する微分回路、53は角度信号の変化の方向を検出するための正負判定回路、77は有効な一方の信号のみを通過させる信号選択回路である。

【0006】次に動作について説明する。エンコーダ24が故障してエンコーダ24による電動機21の制御が不可能になったとき、電動機21が正常なときと同じフィードバックが得られるようにするために、エンコーダ24が正常なときには回転検出回路43がエンコーダ24からの各相パルス信号列 $\Phi A$ 、 $\Phi B$ 、 $\Phi Z$ 信号を用いて電動機21の回転子の回転方向および回転速度を検出し、この検出結果をフィードバックして電動機15の回転を制御する。エンコーダ24が異常で正常な信号が選択回路77に入力されないときには、微分回路51および正負判定回路53が操舵角 $\theta$ Hを(操舵軸の回転位置)に基づいて、操舵軸の回転方向および回転速度を検出したものが選択回路77で選択されて、この検出結果により電動機21の回転を制御する。このように、モータ回転センサ(エンコーダ)に異常があるときには、別途に代用となり得るセンサを設け、この代用センサによりモータ位置状態を推定する手段により代用制御を行う。

【0007】他に、特開平10-181617号公報にあるように、多相(または多極)モータの1相の線が断線するような異常が発生したときには、制御方式を変更し、モータ駆動電流を小さくし、異常が発生したときの違和感を軽減するものもある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上のように従来の電動パワーステアリング装置では、異常検出した後、アシスト制御を継続するために別途センサが必要となり、装置全体として、高価なシステムとなってしまう。また、

全ての相に通電する正常な状態と、断線している1相に通電しない異常状態との差をできるだけ減らすように、断線していない相の通電量を変更して、モータ電流を小さくする必要があり、この方法では、1相断線するだけで、他の相に影響するような3相ブラシレスモータには適応することができない。また、多極直流モータや誘導モータについても同様である。

【0009】本発明は、このような問題点を解決しようとしたものであり、異常な状態となったときに、突然アシストを停止してマニュアルステアリング状態にしてしまい操舵困難な状態になることを防ぐことができ、また、新たにセンサを設けることなく、安価に装置を構成できる。さらに、4相以上のブラシレスモータのみに適応するものでなく、多極直流モータや、多相モータについても、異常状態を検出した後、アシスト制御を継続する事が可能な電動パワーステアリング装置を提供すること目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明にかかる電動パワーステアリング装置の異常検出時の制御方法は、操舵軸に連結された電動機のトルクを制御して、前記操舵軸に加えられた操舵力を補助するトルク制御手順、前記電動機のトルクをゼロに制御するトルクゼロ制御手順、前記電動機の回転角度位置を検出する位置検出手順、前記位置検出手順により出力された位置信号の振幅値が、前記電動機の回転角度位置に応じて変動しあらかじめ定めた所定値より低くなる場合の有無にもとづき前記位置検出手順の異常を検出する異常検出手順、前記異常検出手順により前記位置検出手順の異常が検出された後、前記電動機の回転角度位置の変化に応じて前記位置信号の振幅値が所定のレベル以上となる回転角度位置では前記トルク制御手順を実行して前記操舵力を補助するトルクを出力し、前記位置信号の振幅値が所定のレベル以下となる前記電動機の回転角度位置では前記トルクゼロ制御手順を実行して出力トルクをゼロとする異常時制御手順を含むものである。

【0011】本発明にかかる電動パワーステアリング装置は、操舵軸に動力伝達可能に接続され補助力を付与する電動機、前記電動機の回転角度位置を検出する位置センサ、前記電動機に流れる電流を制御する駆動回路、運転者が前記操舵軸を操舵することによりこの操舵軸に加わった操舵力を検出するトルクセンサ、前記トルクセンサのトルク信号から前記電動機の補助力の駆動方向と大きさを決定し、前記駆動回路にこの補助力を生じる電流指令信号を出力するコントローラ、前記電動機と、前記位置センサと、前記駆動回路と、前記トルクセンサと、前記コントローラの動作を監視して、前記トルクセンサが正常で、他のいずれかに異常が検出されたとき、この異常の内容を解析して前記電動機が出力する前記補助力の方向が前記操舵力の方向と一致なくなる恐れの有無

を判断し、前記恐れなしと判断したとき前記コントローラに前記電流指令信号を出力させ前記電動機から前記補助力を出力させる第1の異常判定手段を備えたものである。

【0012】また、操舵軸に動力伝達可能に接続され操舵軸に補助力を付与する電動機、前記電動機の回転角度位置を検出する位置センサ、前記電動機に流れる電流を制御する駆動回路、運転者が前記操舵軸を操舵することによりこの操舵軸に発生する操舵力を検出するトルクセンサ、前記トルクセンサのトルク信号から前記電動機の補助力の駆動方向と大きさを決定し、前記駆動回路にこの補助力を生じる電流指令信号を出力するコントローラ、前記電動機と、前記位置センサと、前記駆動回路と、前記トルクセンサと、前記コントローラの動作を監視して、前記トルクセンサが正常で、前記電動機、前記位置センサ、前記駆動回路、前記コントローラのいずれかに異常が検出されれば、その異常の内容を解析し、その異常が前記電動機の回転角度位置によっては前記異常を示さず、かつ、前記補助力の方向が前記操舵力の方向と一致しなくなる恐れがないと判断すれば、前記コントローラに前記電動機の回転角度位置に応じた電流指令信号を出力させ、前記電動機からその回転角度位置に応じた前記補助力を出力させる第2の異常判定手段を備えたものである。

【0013】また、前記電動機は3相以上の多相交流電動機であり、前記第1または第2の異常判定手段は、この電動機の多相巻き線の一つまたはこの電動機への給電線の1本に生じた断線は、前記電動機が出力する前記補助力の方向が前記操舵力の方向と一致しなくなる恐れがない異常であると判断するものである。

【0014】また、前記駆動回路は3相交流を出力するものであり、前記第1または第2の異常判定手段は、この3相交流出力の1つの相の出力電圧低下は、前記電動機が出力する前記補助力の方向が前記操舵力の方向と一致しなくなる恐れがない異常であると判断するものである。

【0015】また、前記第1または第2の異常判定手段は、前記位置センサに生じた異常は、前記電動機が出力する前記補助力の方向が前記操舵力の方向に一致しなくなる恐れがない異常であると判断するものである。

【0016】また、前記コントローラの異常の内容は、前記電動機の1相に電流を出力できない内容のものである。

【0017】また、前記第1または第2の異常判定手段が検出した異常を、前記電動機が出力する前記補助力の方向に反転が生じる恐れのない異常であると判断して、前記コントローラが電流指令信号の出力を継続した後、所定の条件が満足されたとき前記電動機への給電を遮断する遮断手段を備えたものである。

【0018】また、前記第1または第2の異常判定手段

が異常を検出してから後のあらかじめ定めた所定時間の経過を前記所定の条件とするものである。

【0019】また、前記第1または第2の異常判定手段が異常を検出したときの前記操舵力があらかじめ定めた所定値以上であったとき、前記操舵力が前記所定値以下に変化することを前記所定の条件とするものである。

【0020】また、前記第1または第2の異常判定手段が異常を検出したときの前記操舵力があらかじめ定めた所定値以下であったとき、前記操舵力が前記所定値以上に変化することを前記所定の条件とするものである。

【0021】また、前記第1または第2の異常判定手段が異常を検出した時点における前記電動機の電流があらかじめ定めた所定値以上であったとき、前記電流が前記所定値以下に変化することを前記所定の条件とするものである。

【0022】また、前記第1または第2の異常判定手段が異常を検出した時点における前記電動機の電流があらかじめ定めた所定値以下であったとき、前記電流が前記所定値以上に変化することを前記所定の条件とするものである。

【0023】また、車速を検出する車速センサを備え、前記第1または第2の異常判定手段が異常を検出したときの前記車速があらかじめ定めた第1の所定値以上であったとき、前記車速が前記第1の所定値以下に変化することを前記所定の条件とするものである。

【0024】また、車速を検出する車速センサを備え、前記第1または第2の異常判定手段が異常を検出したときの前記車速があらかじめ定めた第2の所定値以上であったとき、前記車速が前記第2の所定値以上にある間は前記電動機のトルクをゼロに制御するものである。

【0025】また、エンジン回転速度を検出する回転速度センサを備え、前記エンジン回転速度があらかじめ定めた所定の値を下回することを前記所定の条件とするものである。

【0026】また、前記第1または第2の異常判定手段が前記異常を検出していないとき、イグニッションキースイッチをオフしてから所定の時間後に回路動作を停止するように構成されるとともに、前記第1または第2の異常判定手段が異常を検出したとき、前記イグニッションキースイッチの状態がオフとなることを前記所定の条件とするものである。

【0027】また、前記第1または第2の異常判定手段が異常を検出した後、前記所定の条件が整って前記電動パワーステアリング装置の動作を停止するまでの間、音声、ランプ、ブザー、または、画像表示により運転者に警告する警告手段を備えたものである。

【0028】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 以下、この発明の実施の形態1の電動パワーステアリング装置について説明する。図1は本発明の実施の形態1の電動パワーステ

アリング装置 100 の構成を示す概略構成図である。以下の説明では本発明を車両に用いた場合を例として説明するが、本発明は勿論船舶など他の移動体に使用することもできる。図中、1 は操舵を行うステアリングホイールであり、図示しない運転者からこのステアリングホイール 1 に加えた操舵力は、操舵入力軸（以下ステアリングシャフトともいう）2 と、操舵出力軸（以下ステアリングシャフトともいう）6 を通り、ユニバーサルジョイントとステアリングギヤ 7 を介して、ラックとタイロッド 7 に伝達され図示しない転舵輪を転舵させる。ラックとタイロッド 7 はステアリングシャフト 2 と 6 から伝達される回転運動を直進運動に変換している。20 はステアリングシャフト 2 または 6 に装着されたブラシレスモータ（以下モータという場合もある）である。ブラシレスモータ 20 から発生するアシスト力は減速ギヤ 4 を介して出力側のステアリングシャフト 6 に伝達され、操舵時にアシスト力を発生し、運転者が感じる操舵力を軽減する。

【0029】コントローラ 30 は、イグニッションスイッチ 12 を介してバッテリー 11 から電源供給され、ブラシレスモータ 20 に電流を供給するとともに、このイグニッションスイッチが入力されることにより、コントローラ 30 に電源供給し、電動パワーステアリング装置 100 が作動し始める。トルクセンサ 3 は、操舵入力軸 2 と操舵出力軸 6 との間に配置され、例えば、操舵入力軸 2 と操舵出力軸 6 との間の捻れ角を検出することにより、操舵入力軸 2 に加えられている操舵トルクを検出するものである。トルクセンサ 3 からの信号をコントローラ 30 に入力する。また、車速センサ 13 によりこの電動パワーステアリング装置 100 が装着されている車両の速度を検出し、その信号をコントローラ 30 に入力する。98、99 は第 1、第 2 のウォームランプでありその詳細については後述する。

【0030】図 2 に図 1 のブラシレスモータ 20 とコントローラ 30 のブロック構成図の詳細を示す。ブラシレスモータ 20 は、3 相同期式永久磁石モータ 21 と、磁極位置（ロータ角度）を検出する位置センサ 22（例えばレゾルバで構成されている）とで構成されている。位置センサ 22 により検出された磁極位置情報はコントローラ 30 へ入力される。

【0031】コントローラ 30 は、モータ 20 の回転位置を検出する位置センサ 22 からの信号を入力し、位置検出回路 37 によりモータ位置  $\theta$  を算出する。また、電流検出回路 36 により永久磁石モータ 21 の各相に流れる電流を、U、V、W 各相に流れる電流として検出する。モータ位置と U、V、W 相検出電流とから 2 相変換回路 38 により d q 変換することで、q 軸、d 軸の検出電流を求める。また、出力すべきモータ駆動トルクをあらかじめ記憶しているマップ 31 上で、トルクセンサ 3 による信号と、車速センサ 13 による信号とを基準

に、モータ駆動指示電流（目標 q 軸電流）として算出する。目標 q 軸電流と、実際に検出した検出 q 軸電流との偏差を周知の P I 制御 32 で演算し q 軸の指令電圧を求める。また同様に目標 d 軸電流を 0 とするように設定し、検出した d 軸電流との偏差を周知の P I 制御 33 で演算し d 軸指令電圧を求める。d、q 軸の指令電圧を 3 相変換 34、つまり、d q 逆変換を行うことにより、モータ 3 相、U、V、W 相の指令電圧に変換される。これら 3 相指令電圧を PWM 変調して、FET 駆動回路 35 へ FET 駆動を指示する。FET 41～46 は、FET 駆動信号を受けてチョップパ制御を実現する。これにより永久磁石モータ 21 の各相に電流が流れ、トルクを発生し、ステアリングアシスト力を発生する。

【0032】異常判定手段 40 は、イグニッションを ON してアシスト制御を開始するときの制御をも行い、制御開始時には、FET 駆動回路 35 に対して駆動を開始するように指示するとともに、リレー 39 を ON する。リレー 39 は ON して FET 41～46 に供給電圧を印可すると共に、FET 駆動回路 35 に駆動指示を出すことで FET 41～46 が ON/OFF 駆動を開始し永久磁石モータ 21 に電流が流れ始める。

【0033】また、異常判定手段 40 は、電動パワーステアリング装置 100 に異常が発生し、この異常を検出した場合において、この異常の内容を解析し運転者の意志に反し逆方向にアシストする、即ちモータが運転者のハンドル操作を妨げる方向に制動トルクとして作用することがないと判断したときには、そのまま制御を継続する、つまりモータの駆動力の方向が間違っていないと判断したときには制御を継続する。以上の機能を備えた移譲判定手段 40 をこの発明に言う第 1 の異常判定手段という。しかし、上記トルクセンサ 13 が故障し、誤ったトルクセンサ信号を出力するとき、運転者の意志と異なり勝手にモータが駆動してステアリングホイール 1 が自転するような危険な故障の場合には、FET 41～46 の駆動を禁止し、永久磁石モータ 21 の各相に電流が流れないように指示する。さらに、リレー 39 を OFF して、電動パワーステアリング装置 100 そのものの動作を停止する。リレー 39 はこの発明に言う遮断手段である。

【0034】さて、モータの位置検出センサ 22、例えばレゾルバは、図 3 の (a) 図、(b) 図に示すように、2 つのコイルの一方を周期的な信号  $\sin \omega t$  により励磁することにより、他方を誘起して、モータ位置  $\theta$  に応じた 2 相の振幅変調信号  $\sin \theta \sin \omega t$ 、および  $\cos \theta \sin \omega t$  を出力する。この信号を例えば同期検波すると、 $x = A \sin \theta$ 、および  $y = A \cos \theta$  が得られる。よって、モータ位置  $\theta$  は、 $\tan^{-1}(x/y)$  を演算することによって得られる。

【0035】ここで、 $\theta = 0$  のとき、当然  $x = 0$  となるが、位置検出センサ 22 から発生する誘起信号の一方の



$\sin \theta \sin \omega t$  が断線などにより出力されないときにも  $x = 0$  となるから、 $\theta$  の位置によっては、 $x$  あるいは  $y$  を監視してその振幅が正常でない (図 3 の (d)) ことから異常を検出しようとしても、異常の検出は不可能となる。この場合でも、モータが回転するので、いずれは、 $\theta$  が 90 または 270 度近辺になって故障の検出をする事が可能であり、従来では、こうして異常が検出できた時点で電動パワーステアリング装置の動作を停止し、異常な制御をしないようにしていた。無論、修理などにより正常になるまで異常による停止状態から復帰することはない。

【0036】一方、本発明では異常判定手段 40 にて、位置検出センサ 22 に異常を検出したとき、位置センサ 22 の角度が  $\theta = 0$  の近辺にあるときには、異常であるにもかかわらず、見かけ上、 $\theta$  の位置を検出することができており、少なくとも運転者の意志と逆方向にアシストするとか、もしくは、制動トルクを出力してハンドル操作を妨げるとかの現象は発生しないため電動パワーステアリング装置 100 の動作を直ちには停止させる必要がない。しかし、角度が  $\theta = 90$ 、270 deg の近辺にある場合には、位置センサ 22 が異常ならモータ位置を検出できない (信号出力が弱く正常に角度信号が得られない) ので、この信号を用いて制御を行うと、誤って、逆方向にアシストしたり、制動トルクとしてモータ制御してしまう可能性があり、危険なので、モータ角度が 90、270 度近辺にある間だけモータ駆動を中断する。

【0037】したがって、図 3 の (e) に示すように、位置センサ 22 の異常を検出したとき  $\theta = 0$ 、180 deg の位置の近傍にあるときには、直ちに装置を停止させずモータ駆動を継続し、その後  $\theta = 90$ 、270 deg 近傍に達した時点ではモータ駆動を一時的に中断する。モータがさらに回転して再び 0 または 180 度近辺に来れば、モータ駆動を再開する。異常を検出したときモータ位置が検出できないようなモータ位置  $\theta = 90$ 、270 deg 近傍のときには、モータ駆動を直ちに中止するが、その後モータが回転して回転角度位置が 0、180 度近辺になれば制御を再開し継続するのである。以後の各実施の形態での説明の都合上、以上に説明した角度 0 度、180 度近傍で駆動制御を行い、90 度 270 度近傍では駆動制御を行わない制御方法を、モータ角度位置にもとづく条件付き制御と呼ぶ。無論上記の駆動制御を行わない状態のときには電動パワーステアリング装置として完全に停止しているのではなく、角度位置が制御可能な範囲に入ればいつでも駆動を再開できる状態で、例えばモータの電流をゼロに制御して待機しているものである。なお、以上に言う近辺、近傍とはプラスマイナス 45 度程度の範囲を言うものである。このモータ角度位置に基づく条件付き制御の機能を備えた異常判定手段 40 をこの発明に言う第 2 の異常判定手段という。また、このモータ角度位置に基づく条件付き制御はこの発明に言

う異常時制御手順である。

【0038】このモータ角度位置に基づく条件付き制御では、異常状態が発生しても、連続的ではないといふものの、操舵アシストを得ることができ、異常状態となったとき全くアシスト力が消滅して、運転者が操舵困難に陥るということが無く、また、装置として新たにセンサを設ける必要もないので安価にシステムを構築することが可能である。

【0039】異常判定手段 40 にて、異常判定を行い、前述のモータ角度位置に基づく条件付き制御を継続するとき、運転者に異常が発生していることを通知するため、第 1 のワーニングランプ 98 を点灯するなど音声、ランプ、ブザー、または、画像表示、さらには、ステアリングホイールを振動させるなどして異常が発生したことを運転者に警告、通知する。

【0040】また、異常が検出されてから、所定時間以内においてのみ前述のモータ角度位置に基づく条件付き制御を継続し、所定時間が経過した後は、リレー 39 をオフして電動パワーステアリング装置の動作を停止する。この発明によれば、急にパワーステアリングからマニュアルステアリングとなるまでの猶予期間が設けられることになり、運転者に違和感なくマニュアルステアリングに移行する準備期間を与えるとともに、異常のある状態のままいつまでも運転を継続することにより 2 次的に故障が広がることを防ぐ。このとき第 2 のワーニングランプ 99 を点灯しアシスト制御が失われたことを通知する。

【0041】上述の制御の流れを図 4 および図 5 のフローチャートにて説明する。イグニッションキー 12 を ON すると、電動パワーステアリング装置 100 に電源が供給され、コントローラ 30 が起動し、ステップ S1 から制御を実行し始める。S1 のステップでは、アシスト制御を開始するときの制御を行い、制御を開始するときには、FET 駆動回路 35 を駆動するように指示するとともに、上記リレー 39 に ON するように指示する。指示を受けたリレー 39 は、ON して、FET 41~46 に供給電圧を印可すると共に、FET 駆動回路 35 に駆動指示を出すことで FET 41~46 が ON/OFF 駆動を開始し、上記ブラシレスモータ 21 に電流が流れ始める。

【0042】S2 のステップでは、電流検出回路 36 から 3 相の電流を検出する。このとき、電流を検出するのはいずれか 2 相としてもよい。残りの 1 相については、他の 2 相の総和から求められる。S3 のステップでは、モータ位置センサ 22 からモータ位置を検出する。これを位置検出手順という。S4 のステップでは、2 相変換手段 38 から 3 相の電流を d、q 軸座標系の電流ベクトルに変換する。S5 のステップでは、トルクセンサ 3 よりトルクセンサ信号を入力する。S6 のステップでは、上記車速センサ 13 から得られた車速情報から車体速度



を演算する。

【0043】S7のステップでは、トルクセンサ信号と車速のマップから目標とする操舵トルク、つまりモータ電流をマップ演算処理31から求める。S8のステップでは、目標とするモータ電流と、ステップS3より検出したトルクに關与するq軸のモータ電流をフィードバックし、さらにPI補償32にて駆動するためのq軸の目標電圧を求める。また、通例としてd軸のモータ電流を0とするように、ステップS3より検出したd軸のモータ電流をフィードバックし、PI補償33にてd軸の目標電圧を求める。S9のステップでは、求められたd、q軸の目標電圧を3相の目標電圧に変換するために、3相変換手段34にて変換し、3相それぞれの目標電圧を求める。S10では、システムに異常がないかどうかを判断し、異常が有る場合には、モータ駆動を停止するなどの処理を行う。この詳細については、別途図5により説明する。

【0044】S11では、3相の目標電圧をPWM変調し、FET駆動回路35に出力する。FET駆動回路35によりFET41～46がON、OFFし、モータ21の各相の巻線に所望の電圧が印可され、各相の電圧差によって、各相間に電流が流れ、モータトルクが発生する。S2に戻り、繰り返して実行されることで、アシスト制御を実現できる。ステップS1からステップS11の流れをトルク制御手順という。このときトルク信号をゼロに設定すれば制御回路を生かした状態で出力をゼロとするトルクゼロ制御を行うことができる。

【0045】S10のステップ（異常検出手順）の詳細を図5に示す。図5のフローについて説明する。ステップS101で、トルクセンサ3の異常を判断、例えば、通常出力される信号の範囲外の入力があったときに異常と判断する。異常と判断されたときにはS106へいき、トルクセンサ3の異常時には、制御を直ちに停止し、すぐさまモータ駆動を禁止し、リレー39をオフすることでシステムダウンとなる。これにより、運転者の意志に反し勝手にステアリングが自転するような危険な故障モードを取り除くことが可能となる。

【0046】ステップS101でトルクセンサに異常が認められないときは、S102のステップでは、図3

(c) (d)に示すように、位置センサ22から位置検出回路37で検出される振幅を取り出す。ステップS103で振幅をチェックする。S103はこの発明に言う異常検出手順の一つである。振幅が正常の場合には、通常の駆動を行うため、異常判定を終了させ、元のフロー（ステップS11）に戻る。S103のステップでは、図3(d)に示すように、振幅が所定値以下となる場合があるときには、センサを含めた位置検出回路のどこかに異常が発生したとしてS199以下のステップに移る。前述の説明の通り前記振幅が所定値以下でも位置信号が全く取り出せないとは限らないので、ステップS1

99で一応位置信号を取り出す。そしてS200のステップでは、前述のモータ角度位置に基づく条件付き制御を行う。即ち図3(e)に示すように角度位置が0と180度の近傍ではアシスト制御を行い、90と270度の近傍ではモータ駆動を行わない待機状態をとる。モータの回転につれ上記の状態を次々に切り変える。ステップS199はこの発明に言う位置検出手順である。そして、また、異常が生じていることを運転者に知らせるためステップS200Aで第1のワーニングランプ98を点灯する。そして、ステップS104でこの異常状態が継続している時間を計測し、所定時間以下ならS199にもどってS200で異常状態での駆動／待機の切り替え制御を継続的に実施する。そして所定時間以上となったときには、S106へ行き、以後のモータ駆動を禁止し、リレー39をオフすることで、装置全体のシステムをダウンさせる。

【0047】S107では、異常状態によりアシスト制御を停止したので、運転者にそれを通知するため、第2のワーニングランプ99を点灯する。このとき、ランプの代わりに、ブザー、ステアリングなどの振動、映像、音声により、運転者に異常をしらせても良い。ステップS107の第2のワーニングランプとステップS200Aの第1のワーニングランプとは共用しても良いし、別の表示灯（別の種類の警報）としても良い。図5のステップS199からステップS104のループ制御を異常時制御手順という。なお、ここで言うモータ角度センサの故障にはレゾルバなどのモータ位置センサ22そのものの故障の他、コントローラ30内部にあるモータ位置検出回路上の異常状態も含むものである。

【0048】実施の形態2。実施の形態1では、異常が検出された後、アシスト制御を継続し、その後の経過時間によってアシスト制御を停止すると説明したが、本実施の形態は、異常状態が発生した後運転者が緊急回避操作を行い、その結果、車両が停止するまで、つまり、異常が検出された後の走行中だけ制御を継続するとしてもよい。つまり、走行中に突然アシスト力が全くなってしまうハンドルのフィーリングが変わると、運転者に対応する余裕がないので、異常検出の時点で車速センサ13により検出した車速が所定値以上であるならば制御を継続して行い、これが所定値以下、例えば、停止もしくは停止に近い所定の速度以下となったときには、制御継続を止めリレー39をオフしてモータ駆動を禁止する。

【0049】電動パワーステアリングの制御については、実施の形態1で示すとおりであるので説明は省略する。全体的な制御の流れについても実施の形態1の図4で示す流れと同じである。図4の中の異常判定処理S10を実施の形態2により行うものを図6に示すフローチャートで示す。

【0050】図6において、ステップS101からステップS103までは図5と同じなので説明を省略する。

ステップS110で異常を検出した時点（ステップS103）での車速が所定速度（例えば10km/h）以上であるかを判定する。そして所定速度以上ならば走行中であると判断し、ステップS199で検出したモータ角度位置にもとづきステップS200で実施の形態1で説明したと同様のモータの角度位置にもとづく条件付き制御を行う。そしてステップS110からステップS200Aを繰り返して行う内に、やがて、ステップS110で車速が所定値以下となったときには、アシスト力が消滅しても安全な速度まで低下したものと判断し、ステップS106でモータ駆動を禁止するためリレー39をオフして電動パワーステアリング装置の制御を停止する。

【0051】また、異常を検出した時点の車速がステップS110でもともと低速であったときには、ほぼ車両が停止したと判断されるので、即座にアシスト制御を止め、リレー39をオフしてモータ駆動を停止する（ステップS106）。

【0052】実施の形態3. 実施の形態2では、車両が走行中にはアシスト制御を継続するとしたが、異常が検出された時点での車速がきわめて高速（例えば50km/h以上である）の場合には、低速のときに比べてさほど大きいハンドル操作をすることはあり得ないし、ハンドル操作力も小さくてすむので、實際上、アシストトルクが急に消滅しても運転者はさしたる不都合を感じない。また、実施の形態1の本発明による制御中はモータの回転角に応じてアシストトルクが加わったり加わらなかったりするが、高速時には運転者によってはかえってまごつくということもあり得る。そこで、以下に説明するように、異常が検出された時点およびその後の車速の大小に応じて、その後の制御の仕方を切り替えるようにしても良い。

【0053】図7は実施の形態3のフローチャートを示す。図において、ステップS210は車速が第2の所定値（例えば50km/h）のレベルより高いか否か、即ちハンドル操作がきわめて小さい高速であるかどうかを判定するものである。ここで高速であればステップS211へ移り、モータ電流のゼロ制御を行ってアシストトルクが生じないようにする。また、ステップS212で第3のワーニングランプを点灯し、運転者にその旨を知らせる。ステップS210からステップS212を繰り返す内に、運転者が気づいて車の速度を落としたり、停車のため路肩に寄せるなどの操作を行うと、ステップS210で車速が第2の所定値を下回ったと判定される。以後は実施の形態2の図6のフローと同様であるので詳細な説明は省略するが、車速が第1の所定値（たとえば10km/h）を上回っている間中、モータ角度に基づく条件付き制御を行う。そして車速が第1の所定値を下回ったところで電動パワーステアリング装置の動作を停止する。ステップS200Aの後、図6のようにステッ

プS110の上に戻さないでステップS210の上に戻す理由は、第1のワーニングランプの点灯を確認しても（あるいはしなくても）運転者が必ず速度を落とすとは限らず、その後第2の所定値以上に速度を上げることもあり得るからである。

【0054】実施の形態3の電動パワーステアリング装置によれば、高速走行中の異常の際にハンドルがモータの角度によって軽くなったり重くなったりと言うことがなく、運転者がまごつくことが少ないという効果が得られる。

【0055】実施の形態4. また、モータ角度位置に基づく条件付き制御を継続する条件を、異常を検出してからエンジンを停止するまでとしても良い。つまり、エンジン回転数が所定回転数以下、または、回転が停止したと判断した場合、もしくは、イグニッションスイッチがオフされた場合には、前述の制御の継続を止め、モータ駆動を禁止し、上記リレー39をオフするようにしてもよい。

【0056】この場合の制御の流れについて図8により説明する。電動パワーステアリング制御の全体のフローについては、実施の形態1の図4で示すとおりであり、その中で本実施の形態による異常判定処理S10を図8に示すフローチャートで示す。

【0057】図8において、S111のステップのみが、図5と異なり、エンジン回転数が所定回転数以上であるとき、エンジンが停止していないものと判断し、異常状態と判断してもステップS200の制御を継続して行う。しかし、エンジン回転数が所定回転数以下となったときには、エンジンを止めたものと判断し、ステップS106でモータ駆動を禁止、リレー39をオフする。

【0058】また、エンジンの停止状態を確認する他の方法として前述したようにイグニッションスイッチの状態を使用してもよい。これを図9に示す。即ち、S112のステップで示すように、イグニッションスイッチの状態で判別しイグニッションスイッチがONと判断したときにはステップS200の制御を継続して行う。しかし、イグニッションスイッチがOFFと判断したときには、エンジンが停止したものと判断し、直ちにモータ駆動を禁止、リレー39をオフする。なお、念のため説明すれば、電動パワーステアリング装置は一般にイグニッションスイッチのオンによって起動するが、イグニッションスイッチのオフ時には直ちにオフするものではなく、多少の時間遅れの後回路動作が停止するように仕組みられている。図9に示す動作は、正常時にはイグニッションスイッチがオフしたとき電動パワーステアリング装置はまだ動作を継続しているが、異常を検出してステップS200の制御を行っていたときイグニッションスイッチのオフと同時にオフするものである。

【0059】実施の形態5. 実施の形態1の図4のステップS10の処理において、モータの角度位置に基づく

条件付き制御を継続させるのは、この異常が操舵中（ここで言う操舵中とはハンドルに所定以上のトルクを加えている状態を言う）に発生したとき、この操舵が終了するまでの間に限定してもよい。つまり、操舵中に、異常が発生したからとして、急にアシストトルクを消滅させマニュアルステアリング状態にしてしまうと、例えば、旋回中であれば、車両のアライメントトルクが運転者の操舵に反映し、急にステアリングが重くなり、旋回を維持できなくなって操舵困難となる恐れがある。従って、異常を検出した時点における操舵トルクが所定値以上であるときには、アシスト制御を継続させモータ駆動を継続する。そして、やがて操舵トルクが所定値以下となると、操舵が終了したものと判断し、リレー39をオフしてモータ駆動を停止する。また、異常を検出した時点における操舵トルクが所定値以下であるときにも、同様にアシスト制御を継続させモータ駆動を継続する。しかしこの場合は、その後、何らかの操作により操舵トルクが所定値以上となると、最初の操舵が終了したものと判断しリレー39をオフしてモータ駆動を停止する。

【0060】上記に説明した制御の流れについて図10により説明する。電動パワーステアリング制御については、実施の形態1で示すとおりであり、全体的な制御の流れについても図4で示す流れとなるので説明は省略する。その中でこの実施の形態による異常判定処理S10を図10に示すフローチャートで示す。

【0061】S113のステップは、ステップS103で異常が検出された時点でのトルクセンサ信号をあらかじめ定めた所定値に対して大か小かで記憶する。大であれば操舵中また小であれば直進中と判断し、ステップS200でモータ角度に基づく条件付き制御を行う。そして、ステップS206でトルクセンサ信号が所定値に対して大か小かを再度判断する。ここでステップS113における記憶状態に比して変化があれば操舵が終了したと判断し、リレー39をオフしてモータ駆動を停止する。

【0062】ステップS113でトルクセンサ信号が、所定の値より小さくても、ひとまず、ステップS200でモータ角度位置に基づく条件付き制御を開始し、その後、ステップS206でトルク信号が所定の値より大きくなるまでこの制御は継続する。この場合、例えば最初から最後まで直進状態でハンドル操作をしなければ（路面も水平でハンドル操作が必要なければ）異常検出後もアシスト制御が遮断されないこととなるが、このときには元々アシスト制御を必要とする状態にないのであるから問題はない。

【0063】実施の形態6. 実施の形態5のトルクセンサ信号のかわりにモータ電流を用いることもできる。図11のS114のステップに示すように、異常が検出された時点におけるモータ電流とあらかじめ定めた所定値との大小関係を記憶する。そしてステップS200のア

シスト制御を継続し、その後、S207で電動機電流の所定値に対する大小関係を再度判定し、記憶したものと変化があれば、異常を検出した時点で行っていたハンドル操作状態が終了したものととしてリレー39をオフしてモータ駆動を停止する。ここで言うモータ電流は、該モータが交流電動機である場合は実効トルクに換算するための位相演算処理を加えたものであればさらに効果がある。ステップS114の異常が検出された時点におけるモータ電流があらかじめ定めた所定値以下であるときも、ひとまずステップS200によりアシスト制御を継続することとし、その後何らかのハンドル操作などにより、S207で所定値以上に変化したときにリレー39をオフしてモータ駆動を停止する。

【0064】実施の形態7. なお、実施の形態1～6では、モータ位置検出の故障を検出した後にアシスト制御を継続する例を示したが、モータ部20およびその関連部分の異常の場合について説明する。ブラシレスモータでは、通常図12に示すように、U相、V相、W相の3相に正弦波を通电したとき、モータ位置に関係なく、一定のモータトルクを出力するようになる。このように通电することにより、モータを駆動し、アシストトルクとして滑らかに作用するようになっている。

【0065】しかし、モータ20に異常が発生した場合、例えば、U相に通电するための経路上、もしくはU相のモータコイル内で断線したとき、図13に示すように、U相には電流が流れず、他の相のみに電流が通电することになる。このとき、モータ出力トルクは、モータ位置によって、トルクが変動するようになる。しかし、このような0故障の場合にはモータの出力トルクは、その値の大小は変化するものの、発生するトルクの方が狂うことはない。少なくとも、逆方向のトルクが発生することはない。よって、多相の線のうち1本に断線が生じたとしても、逆方向にアシストしてしまうということは生じない。従って、この異常状態のときにはアシスト制御を継続しても運転者にとって、致命的に危険な状態とはならない。

【0066】したがって、電流検出回路36において、1つの相、例えばU相に電流が流れていないことは、モータの位置が0度近辺と、180度近辺にあるとき以外は検出できるので、1相が断線していることが判定できる（0度、180度近辺ではもともとU相電流はゼロに近いので、目標電流との差が観測し難いため検出できない）。このような異常が発生しても、電動パワーステアリング装置として制御を継続すれば逆方向にアシストすることもなく、小さいながらも、また、回転に伴うトルク変動が生じながらもモータトルクを発生することができるので、操舵アシストとして作用することができる。故に、異常状態においても、通常の制御を継続して実施すれば、操舵アシストを得ることが可能となり、運転者が操舵困難な状態に陥ることは、防ぐことができる。

【0067】本実施の形態の制御の流れについて図14により説明する。電動パワーステアリング制御の方式については、実施の形態1で示すとおりであり、全体的な制御の流れについても図4で示す流れとなる。その中で異常判定処理S10を図14に示すフローチャートで示す。

【0068】ステップS101で、上記トルクセンサ3の異常を判断する。例えば、異常とは、通常出力される信号の範囲外の入力があったとき異常と判断する。異常と判断されたときには、S106へいく。これにより、トルクセンサ3の異常時には、制御継続しないようにリレー39をオフして、すぐさまモータ駆動を禁止し、システムダウンとなる。これにより、運転者の意志に反し勝手にステアリングが自転するような危険な故障モードを取り除くことが可能となる。

【0069】S120のステップでは、図12、および図13に示すように、モータ電流の検出した値と、目標とする検出値との間に差が発生した場合、つまり、目標電流と検出電流との差が所定値以上（勿論、検出電流がゼロとなった場合は除く）となるときには、モータ線経路の1つの線上、またはモータの巻き線の1つに異常が発生したとして、S300で1相が抜けた状態のアシスト制御を行う。ステップS120で正常の場合には、通常の駆動を行うため、異常判定を終了させ元のフローに戻る。ステップS120の異常の検出は各相ごとに行う。

【0070】S104のステップでは、異常状態が検出されて以後、現在までの時間を計測し、これが所定時間以下である時には、ステップS300の制御を継続する。モータの角度の変化によってステップS120では異常が検出されたり検出されなかったりする。そしてステップS104の所定時間に至るまでの間に、正常の状態と異常が検出される状態とが繰り返し現れる場合もある。異常が検出されている間はステップS300のアシスト制御が行われる。しかし、正常状態となったときには、通常通りのモータ駆動を行いアシストする。ステップS104で所定時間以上となったときにはS106へ行き、リレー39をオフして以後のモータ駆動を禁止することで、装置全体のシステムをダウンさせる。

【0071】S107では、異常状態が発生したので、運転者にそれを通知するため、モータ駆動を停止した旨のワーニングランプを点灯する。ステップS300Aでは、異常を検出しつつも制御を継続している旨の警報を示すランプを点灯する。ステップS300A、ステップS107のとき、ランプの代わりに、ブザー、ステアリングなどの振動、映像、音声により、運転者に異常を知らせても良い。

【0072】なお、ここでは異常の内容をモータ線の断線などを例として説明したが、コントローラ30内部にあるFET駆動部、例えば、FET31～36の内、何

れかがONしないような故障についても同様な事がいえる。よって、この場合にも同様に異常判別し、アシスト継続制御を行うことが可能である。また、コントローラ30の内部にある制御処理の一つである3相変換部は、CPUによって演算し駆動回路35へ信号を出力するものであるが、CPUに異常が発生し、駆動回路35へ信号を出力できないような場合についても、モータに通電することができないので、同様な処理を行うことが有効である。

【0073】さらに、実施の形態1から7の例であげたように継続期間を各状況に合わせ実施してもよく、また、継続するための条件を組み合わせてもよい。

【0074】また、各実施の形態の説明では、3相のブラシレスモータについて説明したが、断線状態での制御は、通常制御と同じで特別なことはないので、4相以上のブラシレスモータについても適応できると共に、多極直流モータ、誘導モータについても同様なことがいえ、同じ制御を使用することができる。

【0075】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の電動パワーステアリング装置の異常検出時の制御方法によれば、異常を検出してもその異常の内容によっては補助トルクを出力する制御を継続する異常時制御手順を含むので、異常発生時に運転者が違和感を感じにくいという効果が得られる。

【0076】本発明の電動パワーステアリング装置によれば、異常を検出したときその異常の内容を解析して電動機が逆方向のトルクを出力する恐れがないと判断すれば電動機のトルク制御を続行させる第1の異常判定手段を備えているので、異常発生時に運転者が違和感を感じにくいという効果が安価に得られる。

【0077】また、トルクセンサの異常なら直ちに制御を停止し、その他の異常を検出したときその異常の内容を解析して電動機が逆方向のトルクを出力する恐れがないと判断すれば電動機のトルク制御を続行させる第2の異常判定手段を備えているので、異常発生時に運転者が違和感を感じにくいという効果が安価に得られる。

【0078】また、第1または第2の異常判定手段は、電動機の1相に給電できない異常を電動機の発生するトルクを反転させるものではないと判断してトルク制御を継続させるので電動機またはその給電線の故障時に運転者が違和感を感じにくいという効果が得られる。

【0079】また、第1または第2の異常判定手段は、駆動回路の1相に出力できない異常を電動機の発生するトルクを反転させるものではないと判断してトルク制御を継続させるので駆動回路の故障時に運転者が違和感を感じにくいという効果が得られる。

【0080】また、コントローラに生じたモータの1相への給電を不可能とする異常についても電動機の発生するトルクを反転させるものではないと判断してトルク制

10

20

30

40

50

御を継続させるのでコントローラの故障時に運転者が違和感を感じにくいという効果が得られる。

【0081】また、異常を検出した後、制御を継続し、所定の条件が満たされたとき電動機への給電を遮断する遮断手段を備えているので、安全に電動パワーステアリング装置の動作を停止することができる。

【0082】また、遮断手段の動作は所定の時間経過を条件としているので、異常が検出された後、電動パワーステアリング装置が作動する時間を限定することができ、安全である。

【0083】また、遮断手段の動作は、異常を検出したときの操舵トルクの値が所定のレベル以上であった場合、そのごそれが所定のレベルを下回ることことを条件としているので、異常が検出されたときの操舵が終了するまでの間に電動パワーステアリング装置の作動を限定することができ、安全である。

【0084】また、遮断手段の動作は、異常を検出したときの操舵トルクの値が所定のレベル以下であった場合、そのごそれが所定のレベルを上回ることことを条件としているので、異常が検出されたときの操舵が終了するまでの間に電動パワーステアリング装置の作動を限定することができ、安全である。

【0085】また、遮断手段の動作は、異常を検出したときの電動機の電流値が所定のレベル以上であった場合、その後それが所定のレベルを下回ることことを条件としているので、異常が検出されたときの操舵が終了するまでの間に電動パワーステアリング装置の作動を限定することができ、安全である。

【0086】また、遮断手段の動作は、異常を検出したときの操舵トルクの値が所定のレベル以下であった場合、そのごそれが所定のレベルを上回ることことを条件としているので、異常が検出されたときの操舵が終了するまでの間に電動パワーステアリング装置の作動を限定することができ、安全である。

【0087】また、遮断手段の動作は、異常を検出したときの車速が第1の所定のレベル以上であった場合、その後それが所定のレベルを下回ることことを条件としているので、異常が検出されたとき車を安全に速度低下させるまでの間に電動パワーステアリング装置の作動を限定することができ、安全である。

【0088】また、遮断手段の動作は、異常を検出したときの車速が第2の所定のレベル以上であった場合、それが第2の所定のレベル以上である間はトルクをゼロに制御しているので、異常が検出されたとき、高速走行中であっても、安全である。

【0089】また、遮断手段の動作は、異常を検出したときのエンジン回転速度が所定のレベル以上であった場合、その後それが所定のレベルを下回ることことを条件としているので、異常が検出されたときの操舵が終了するまでの間に電動パワーステアリング装置の作動を限定する

ことができ、安全である。

【0090】また、遮断手段の動作は、異常を検出したとき後、エンジンイグニッションキーのオフを条件としているので、異常が検出されたときの操舵が終了するまでの間に電動パワーステアリング装置の作動を限定することができ、安全である。

【0091】また、異常を検出した後にトルク制御を継続している間は、第1のワーニングランプによりその旨を報知し、さらに電動パワーステアリング装置を遮断したときには第2のワーニングランプにより報知しているので、運転者は電動パワーステアリング装置の動作状態を正確に知ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1の電動パワーステアリング装置の構成図である。

【図2】実施の形態1の制御ブロック図である。

【図3】図2に含まれる位置センサ異常の状態の説明波形図である。

【図4】図2の動作を説明するフローチャートである。

【図5】図4の部分詳細フローチャートである。

【図6】実施の形態2の異常検出時の処理のフローチャートである。

【図7】実施の形態3の異常検出時の処理のフローチャートである。

【図8】実施の形態4の異常検出時の処理のフローチャートである。

【図9】実施の形態4の異常検出時の処理のフローを変化させたフローチャートである。

【図10】実施の形態5の異常検出時の処理のフローチャートである。

【図11】実施の形態6の異常検出時の処理のフローチャートである。

【図12】実施の形態7の動作を説明するためのモータ電流の正常時の波形図である。

【図13】実施の形態7の動作を説明するためのモータ電流の異常時の波形図である。

【図14】実施の形態7の異常検出時の処理のフローチャートである。

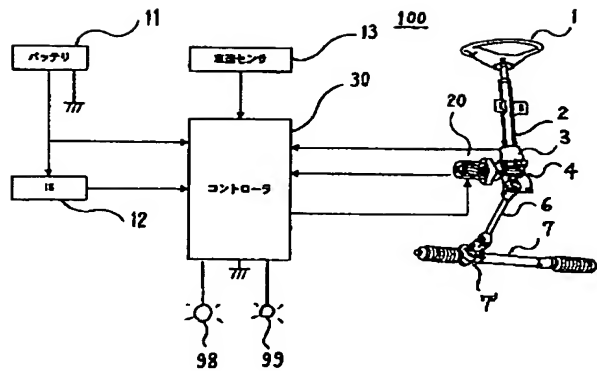
【図15】従来の電動パワーステアリング装置の構成図である。

【図16】従来の電動パワーステアリング装置の制御ブロック図である。

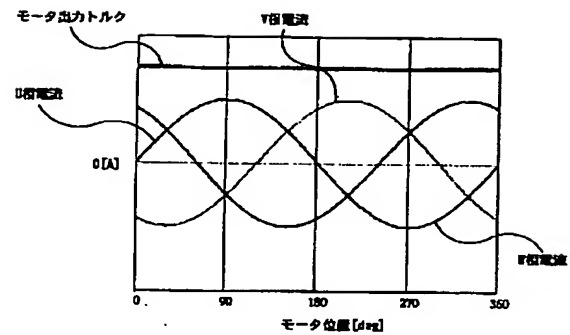
【符号の説明】

1 ステアリングホイール、3 トルクセンサ、13 車速センサ、20 モータ、21 ブラシレスモータ、22 モータ位置センサ、30 コントローラ、39 リレー、40 異常判定手段、100 電動パワーステアリング装置。

【図1】

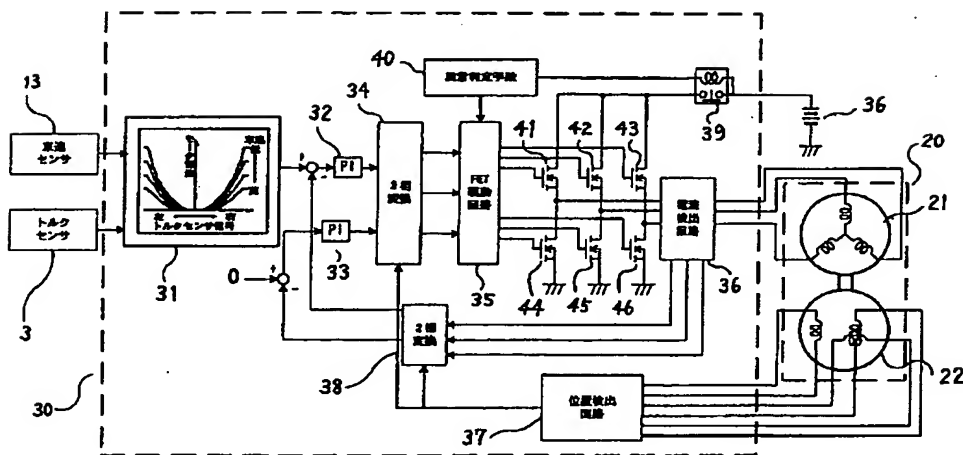


【図12】



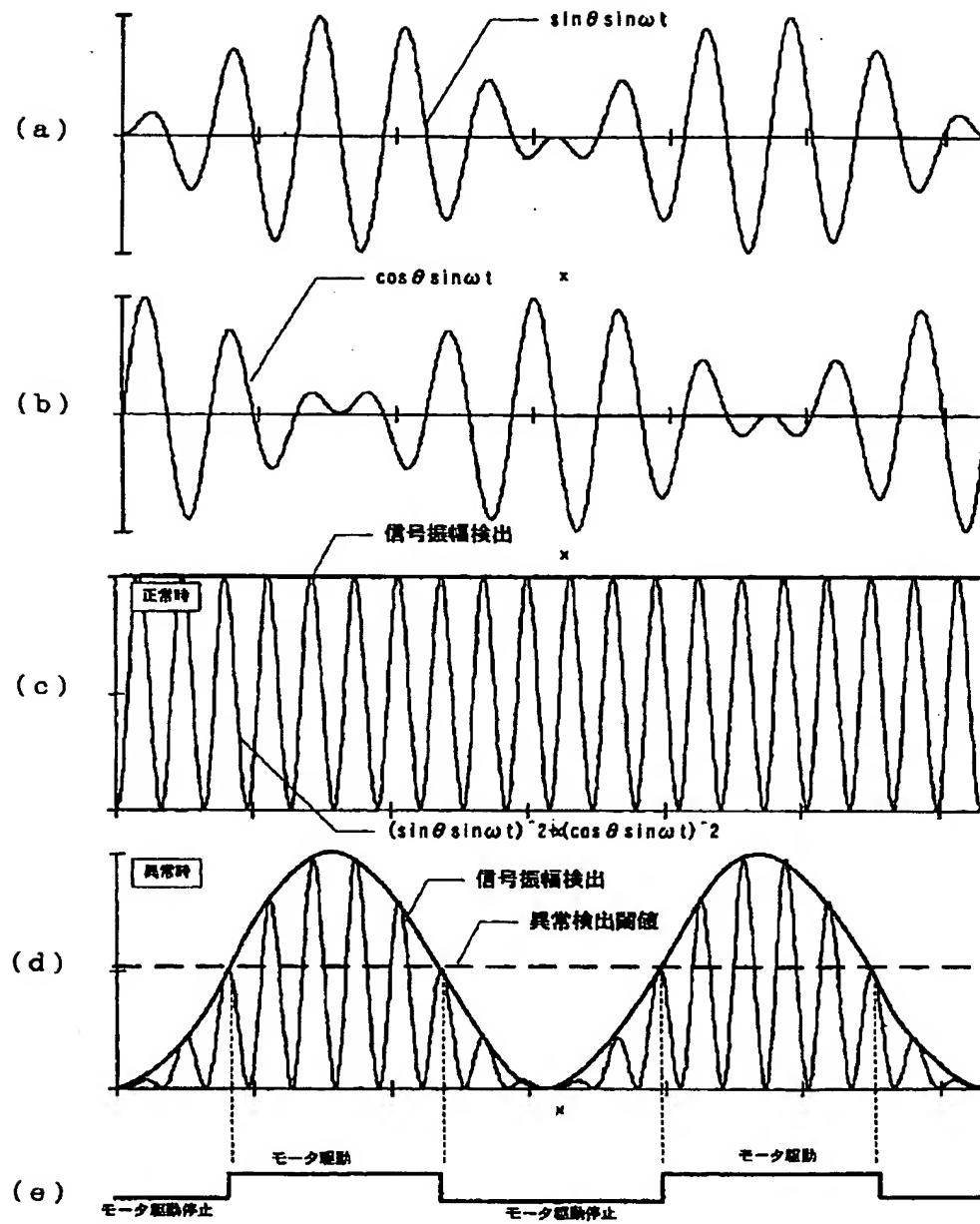
- 3 : トルクセンサ  
 98 : 第1のワームランプ  
 99 : 第2のワームランプ  
 100 : 電動パワーステアリング装置

【図2】



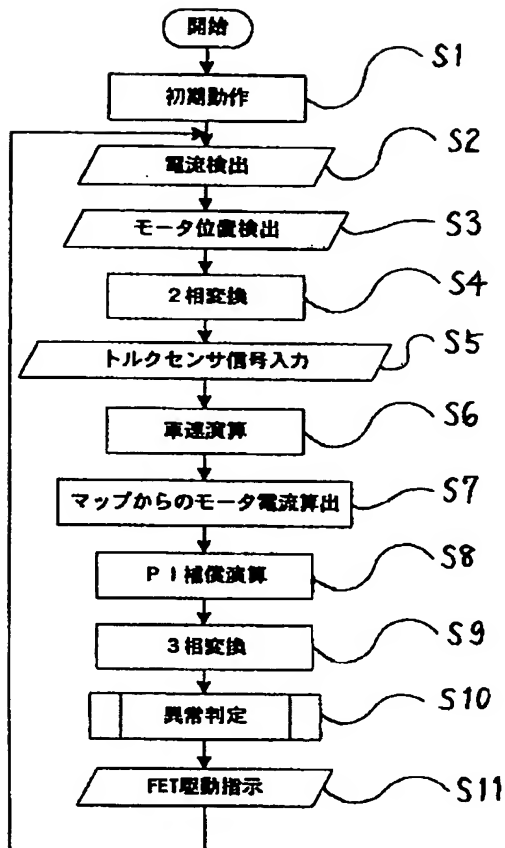
- 39 : リレー (遮断手段)      20 : モータ      22 : 位置センサ

【図3】



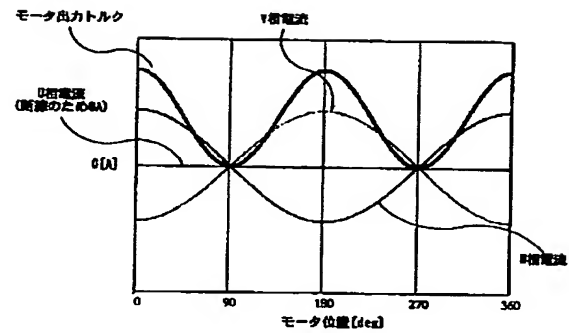


【図4】

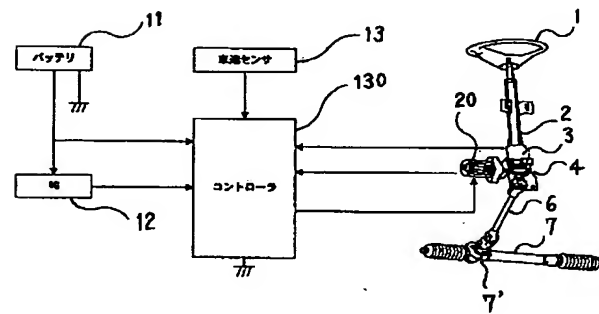


S2~S11: トルク制御手順

【図13】

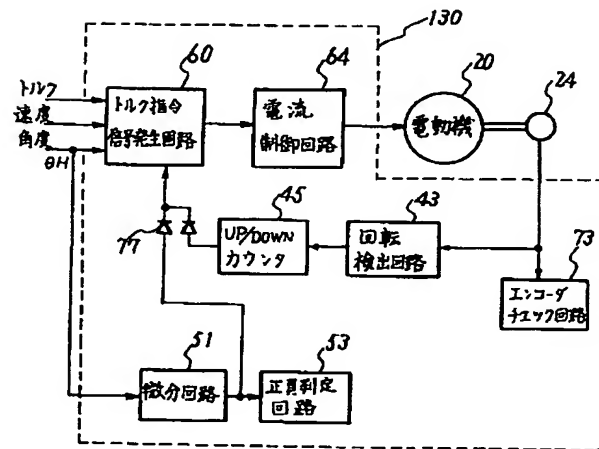


【図15】



3: トルクセンサ

【図16】

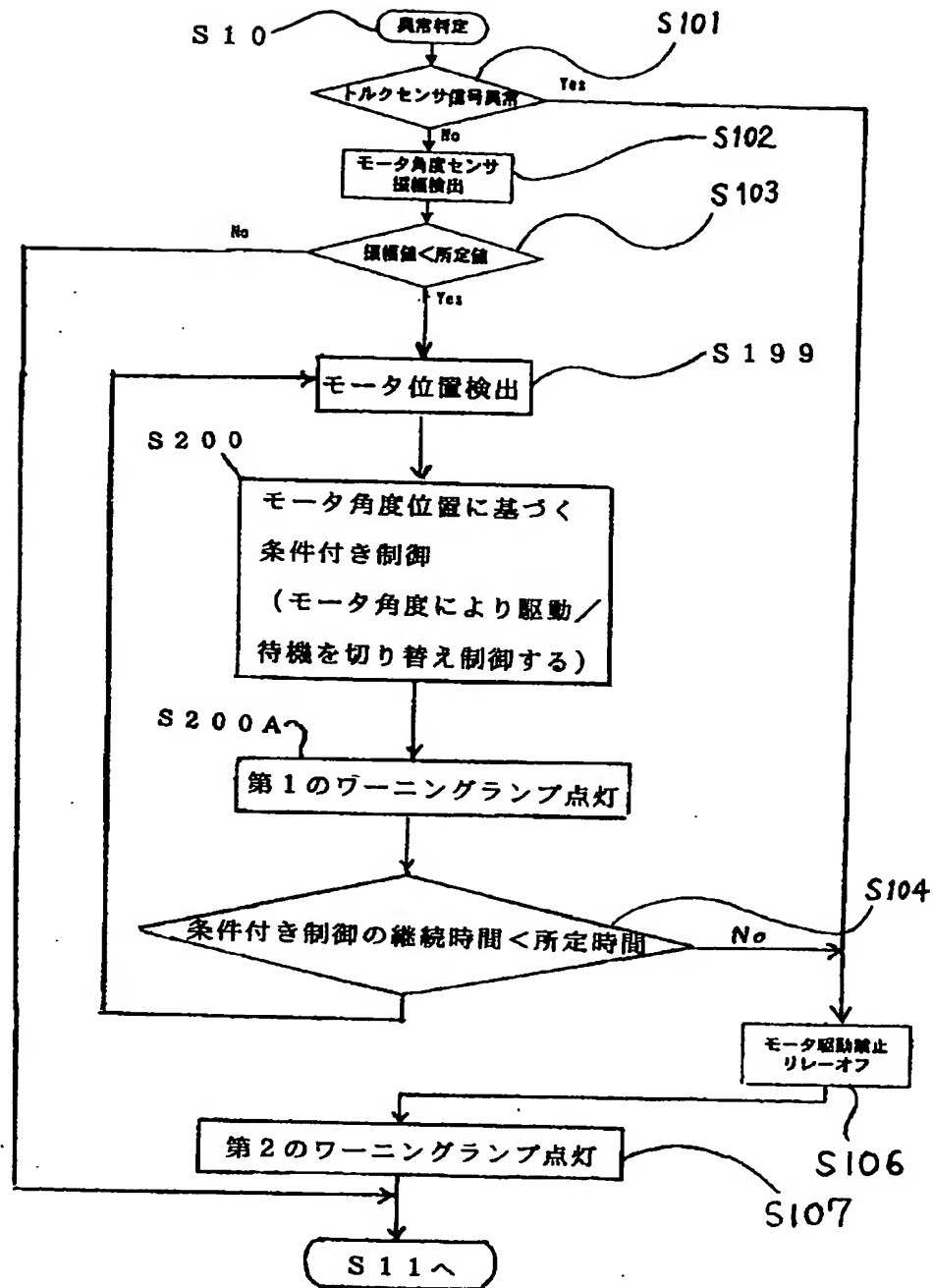


24: エンコーダ

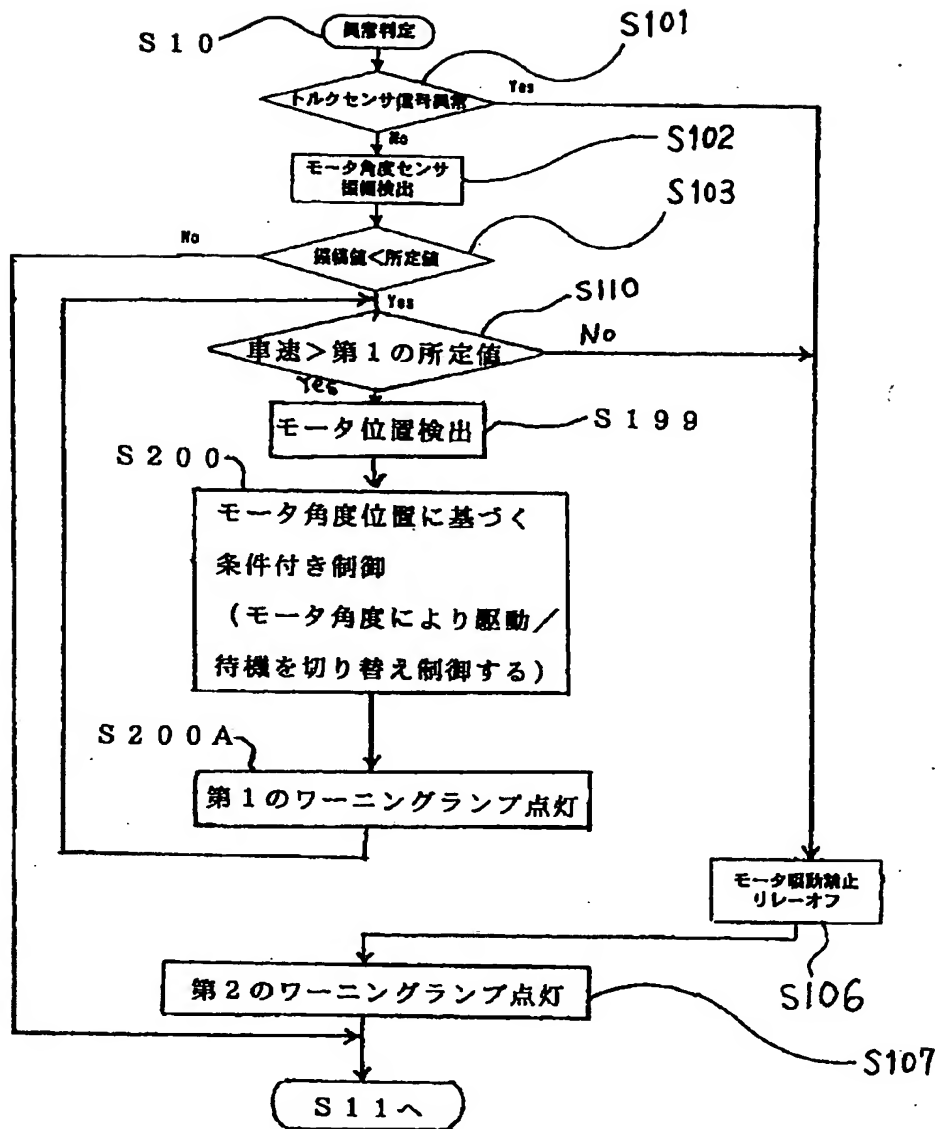
77: 信号選択回路

130: コントローラ

【図5】

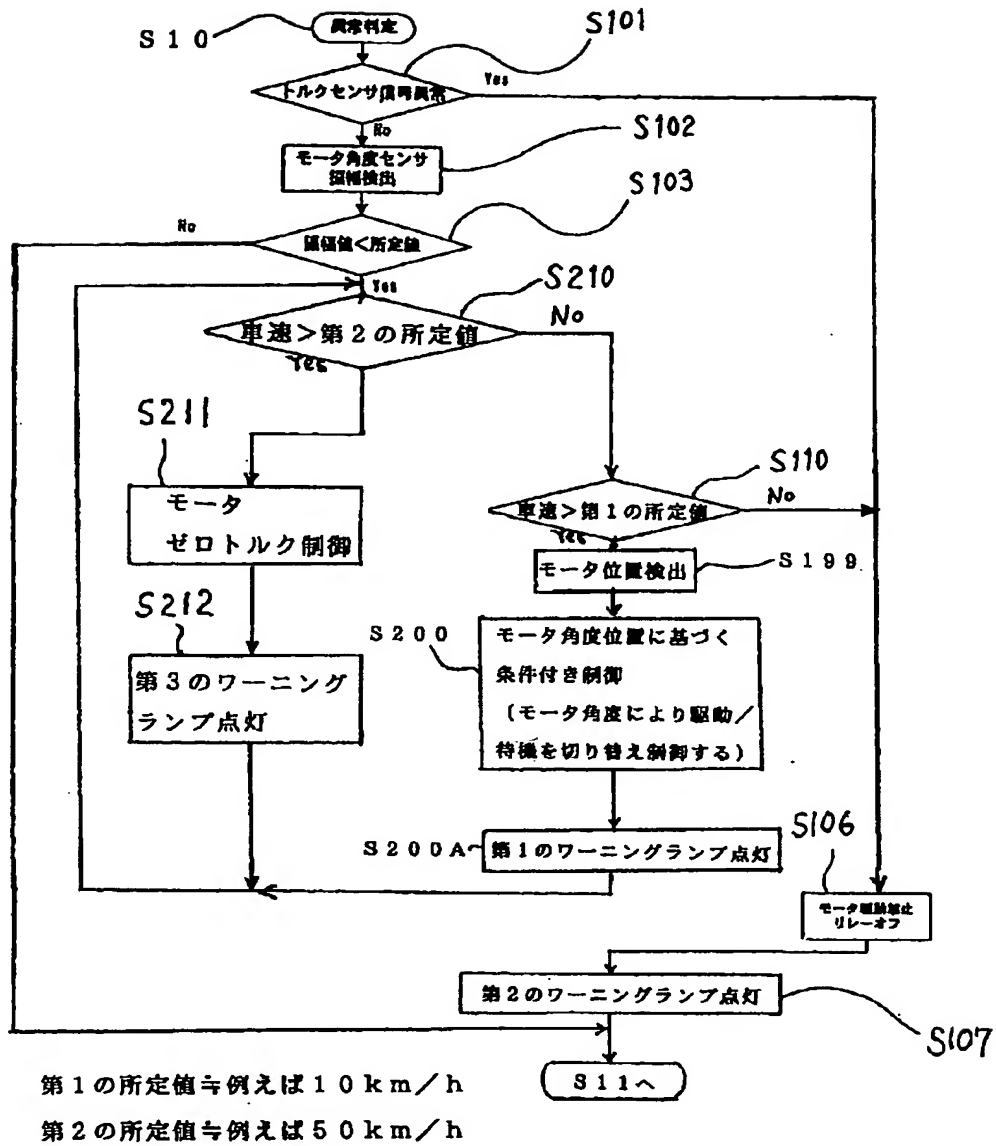


【図6】

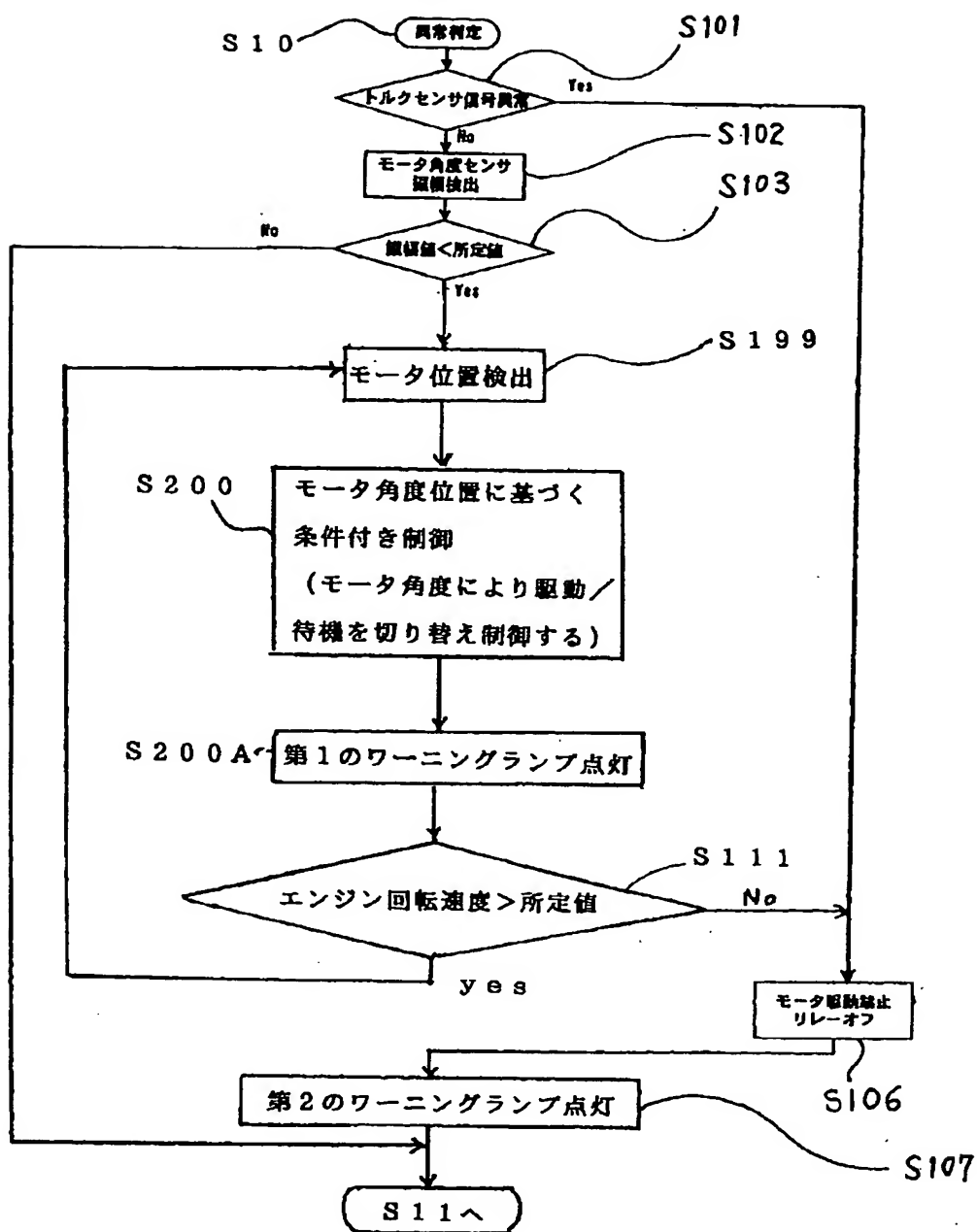


第1の所定値を例えば10km/h

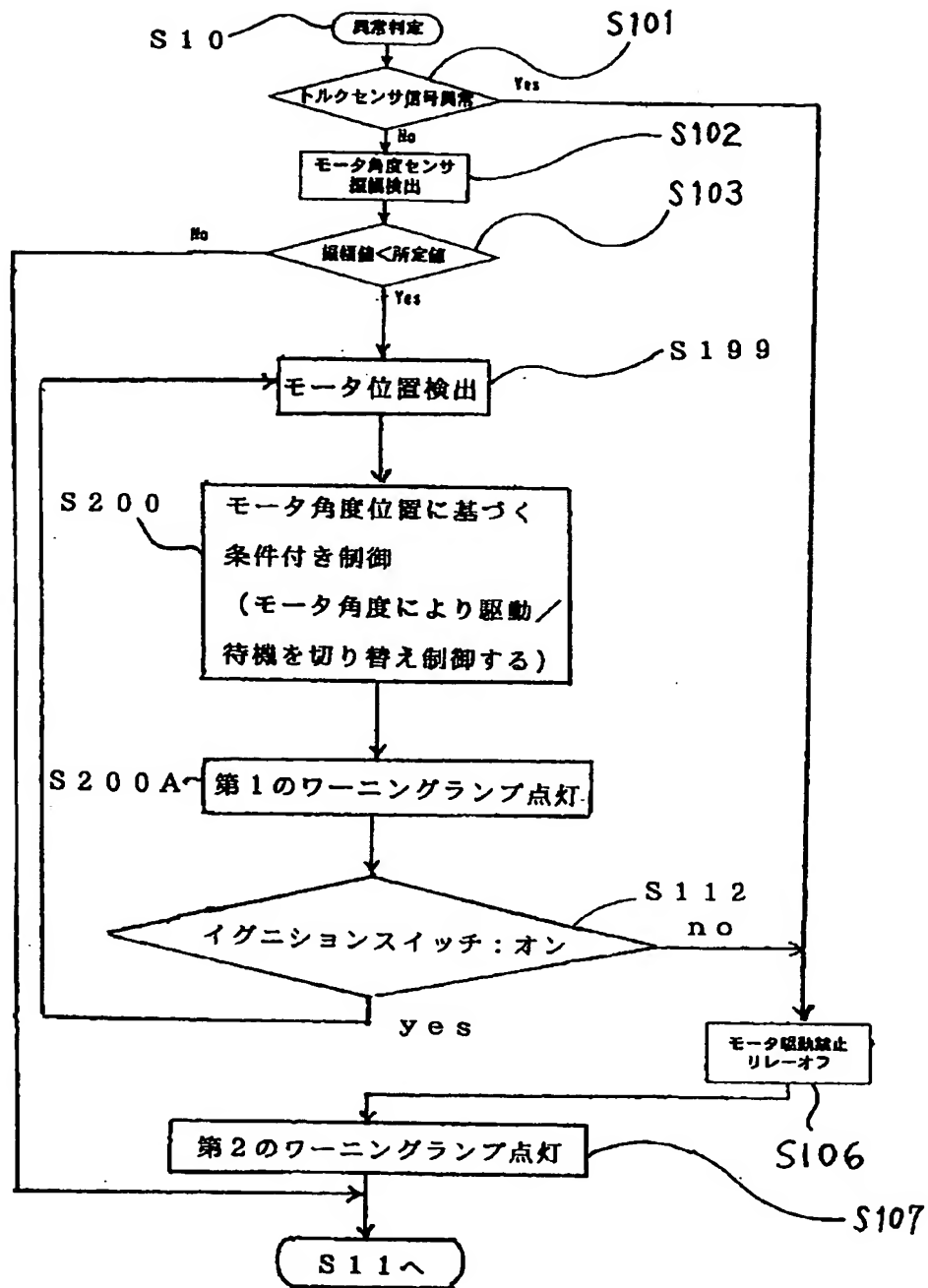
【図7】



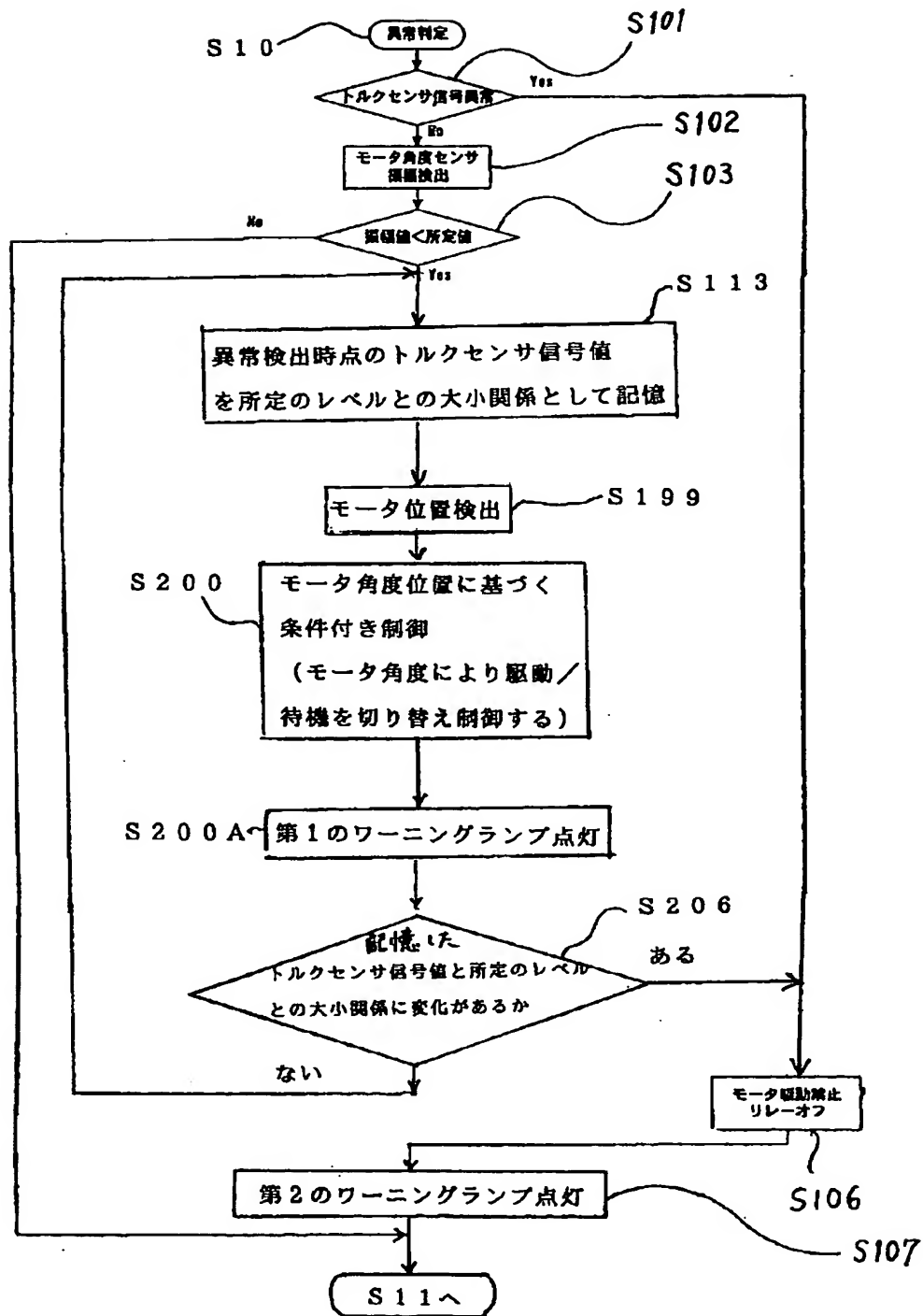
【图8】



【図9】

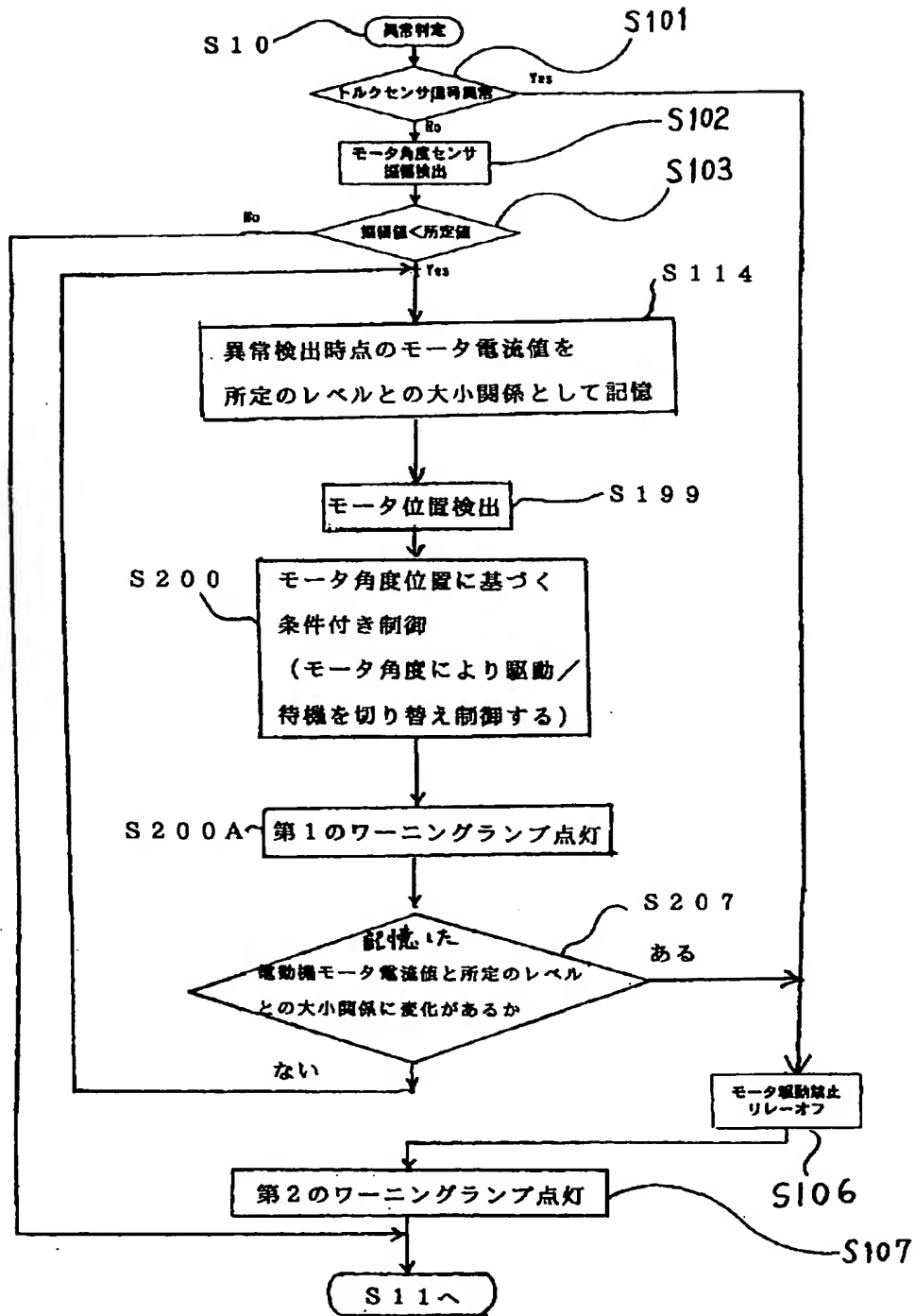


【図10】

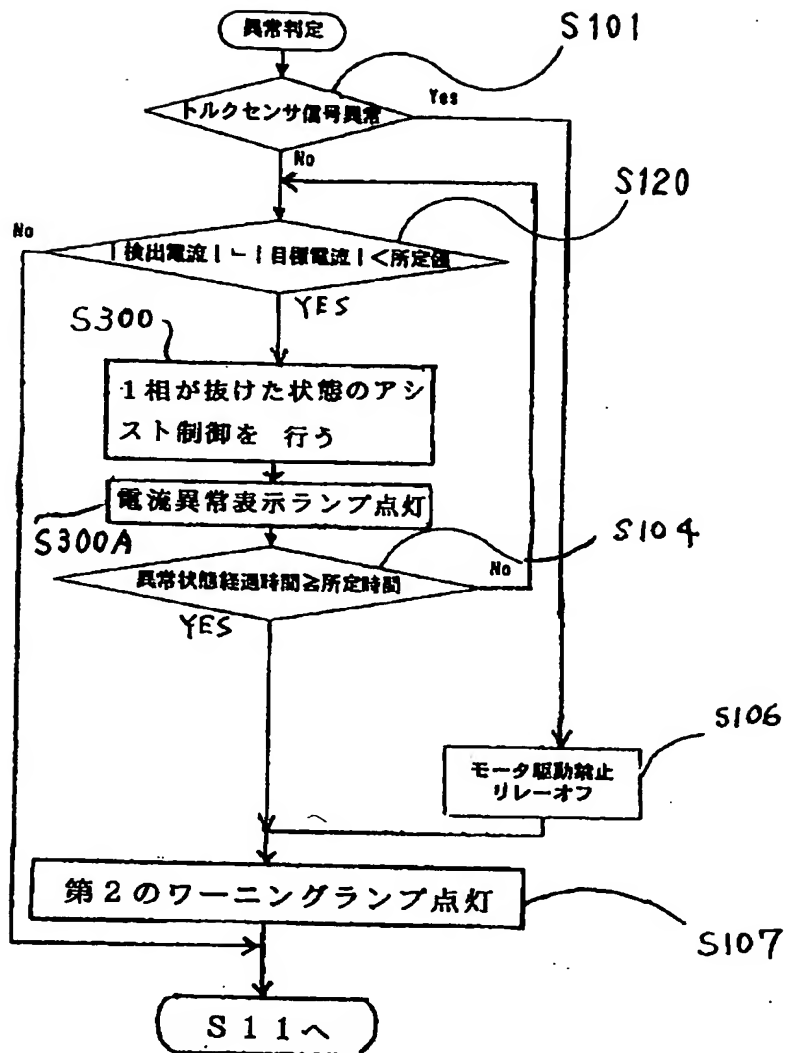




【図11】



【図14】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
B 6 2 D 137:00

識別記号

F I  
H 0 2 P 6/02

テーマコード (参考)

3 7 1 D

F ターム(参考) 3D032 CC08 CC33 CC39 CC40 DA15  
DA23 DA49 DA63 DA64 DB02  
DB11 DC01 DC02 DC08 DC09  
DC33 DC34 DD01 DD10 DD17  
DE08 DE09 EB11 EB12 EC23  
EC24 GG01  
3D033 CA03 CA13 CA16 CA20 CA21  
CA31  
5H560 AA08 BB04 DA07 DA10 DA19  
DC02 DC03 DC12 EB01 JJ02  
XA05 XB09